STUDII COMPARATIVI

SUI NEMASPERMI E SULLE CIGLIA VIBRATILI

DI

GIULIO BIZZOZERO

Incaricato dei lavori d'assistente nel laboratorio di Patologia Sperimentale nella R. Università di Pavia.

MILANO

PRESSO LA SOCIETA' PER LA PUBBLICAZIONE DEGLI ANNALI UNIVERSALI DELLE SCIENZE E DELL'INDUSTRIA

Nella Galleria De-Cristoforis

1864.

Estratto dagli Annali Universali di Medicina. *Vol.* CLXXXVII.
Fascicolo di Febbrajo 1864.

I.

Da che il microscopio posto in mano ai naturalisti mostrava a *Leeuwenhoek* l' infinito numero di particelle animate che si scuotono nello sperma, e conduceva *Purkinje* e *Valentin* a scoprire il movimento cigliare negli animali superiori, le indagini e le esperienze dei dotti si moltiplicarono all' intento di poter conoscere più da vicino quegli oscuri fenomeni che accompagnano la vita di questi piccoli corpi, di poter assegnare una causa qualunque che valesse a spiegare il guizzare dei nemaspermi e il vibrare delle ciglia che coronano le cellule di taluni epitelii. — E per vero la questione senza essere di una immediata utilità pratica, pure doveva eccitare la curiosità dei cultori delle scienze per le importanti conseguenze che se ne potevano trarre; studiando la forza meccanica in una delle sue più semplici manifestazioni: l' *ondulare di un ciglio*, e salendo poi dai gradini più bassi ai più elevati nella scala fisiologica, si sarebbe trovata aperta la via alla conoscenza di fenomeni più complessi, perocchè questi non risultano che dall'ordinato raggruppamento di fenomeni semplicissimi.

La cosa pareva a tutta prima facilissima pei nemaspermi, considerandoli come animali dotati di vita propria, affatto indipendenti dall'essere su cui vivono da veri parassiti; in essi il movimento non sembrava altro che una manifesta-

zione del potere vitale, che un attributo essenziale della loro animalità. — Ma questa credenza non aveva la sanzione dei fatti; era fondata sopra ipotesi e sopra giudizii prematuri; cercando di supplire colla fantasia alla insufficienza dei microscopii, si era creduto di vedere bocca, canale intestinale ed ano nella parte rigonfia del filamento spermatico, come *Ehrenberg* aveva creduto di scorgere nelle ciglia vibratili e bulbo e muscoli; e così si trasformava in una nuova specie di infusorii ciò che non è che parte del nostro organismo.

Ma *Kölliker*, il primo tra gli istologi alemanni, fin dal 1846 dimostrava come i filamenti spermatici traessero principio dai nuclei delle cellule epiteliche che tappezzano i canaliculi semiferi, e quindi per questa cagione fossero da equipararsi a tutti gli altri tessuti del corpo umano, che appunto hanno origine da cellule.

Fino ad ora riescirono vani tutti gli sforzi diretti a scoprire la causa del movimento dei nemaspermi e delle ciglia vibratili. Le ipotesi più o meno ingegnose che vennero immaginate caddero tutte sotto la scure di una sana critica o di un nuovo trovato scientifico. Si credeva che ci avessero influenza i vasi ed i nervi; ma noi possiamo di leggieri convincerci del contrario osservando come vivacissimi si muovano i nemaspermi nello sperma ejaculato, e come rapido continui il roteare delle ciglia in un lembo di epitelio staccato dalla mucosa, e quindi privo di circolo sanguigno e di innervazione. Altri appoggiandosi all' azione che esercita la diversa densità dei liquidi sul loro movimento, credettero si dovesse attribuirne la cagione alle forze endosmotiche ed alle correnti che per esse si sviluppano tra il liquido circostante e le sostanze contenute nel nemasperma; ma (oltre che con ciò non si giungerebbe a spiegare per qual ragione $1/_{20\cdot000,000}$ di bicloruro di mercurio arresti il movimento dei nemaspermi dei Taredo, il quale certamente non può a questo elevatissimo grado di diluzione spiegare

un'azione endosmotica) questa teoria manca del fondamento principale perchè non è ancor certo che i nemaspermi constino di una membrana e di un contenuto.

Se fino ad ora si ignora (e forse si ignorerà ancora per lunga pezza) la ragion prima di questo singolare fenomeno, si potrà almeno sollevare un lembo del velo che copre questo mistero studiando il modo di comportarsi dei filamenti spermatici e delle ciglia vibratili ai reagenti fisici e chimici, determinando così quali cause contribuiscano a mantenere, ad accrescere o ad arrestare il loro movimento.

A questo scopo si indirizzarono già le ricerche di molti fisiologi e micrografi, e la messe di fatti da essi raccolta fu abbondantissima. — *Purkinje* e *Valentin*, come scoprirono l'epitelio vibratile negli animali superiori, furono i primi altresì a studiare esattamente il movimento cigliare ne' suoi rapporti cogli agenti esterni; i risultati delle loro numerosissime esperienze trovansi consegnati nel loro lavoro *De phœnomeno generali et fundamentali motus vibratorii continui in membranis animalium*, *Vratisl.* 1835, di cui un compendio trovasi nell'articolo *Flimmerbewegung* di *Valentin* nell'*Handwörterb. d. Physiolog. di R. Wagner.*

Dopo di questi lo scritto più interessante è una nota di *R. Virchow* stampata nel suo *Archiv für patholog. Anat., etc., Sechsten Bandes* 1853, p. 133, intitolata *Ueber die Erregbarkeit der Flimmerzellen;* in essa *Virchow* espone un fatto che era sfuggito alle accurate indagini dei due primi sperimentatori, e scoprendo il potere rieccitante degli alcali sul movimento cigliare, trova un anello di congiunzione tra le ciglia e la sostanza contrattile delle fibre muscolari.

I nemaspermi vennero scoperti quasi due secoli prima delle cellule di epitelio vibratile; ben a ragione quindi dovevasi per essi annoverare un numero molto maggiore di osservatori. — Tuttavia i risultati più importanti sono dovuti alle ricerche di questi ultimi tempi, e ciò tanto pel maggior

grado di perfezione a cui giunsero gli strumenti d'ottica, quanto per la matematica esattezza e pel rigore scientifico che accompagnandosi alle scienze sperimentali ne resero i progressi più rapidi e più sicuri.

Donné (1) prese ad esame l'azione dei liquidi animali sui nemaspermi; benchè da'suoi studii sia stato condotto a conclusioni troppo precipitose, pure non mancò di arricchire di molti bei fatti la scienza.

Quatrefages in una sua prima Memoria stampata nel 1850 (2) descrisse l'azione degli agenti chimici sui nemaspermi delle *Ermelle* (Anellidi) e dei *Taredo* (Molluschi). In una seconda (3) espose i risultati delle sue numerosissime ricerche sulla vitalità degli spermatozoidi di alcuni pesci d'aqua dolce.

Ankermann (4) fu uno dei primi che si servisse di questo genere di esperienze onde dimostrare che il movimento dei nemaspermi non è già dovuto ad una vita propria ed indipendente; secondo lui, tutto dipendeva da forze fisiche e chimiche e giungeva alla conclusione: *Motus filorum spermaticorum pendet a legibus diffusionis, qua etiam efficitur.*

Nel 1856 le Memorie più importanti furono quelle di *Moleschott* e *Richetti* e quelle di *Kölliker*. Con tutta l'esattezza che gli è propria, l'egregio professore di Würzburg in uno dei suoi lavori (5) descrive l'azione di alcuni liquidi animali e di un grandissimo numero di reagenti chimici a diversi gradi di diluzione sui nemaspermi delle cinque classi

---

(1) « Nouv. expér. sur les animalc. spermat. Paris, 1837. — « Cours de microsc. » Paris, 1844.

(2) « Ann. d. sc. nat. »

(3) « Ann. d. sc nat. », 1853.

(4) « De motu et evolutione filorum spermaticorum ranarum. » Dissert. inaug. Regimontii, 1854.

(5) « Zeitschrift f. wiss. Zool. » VII, 1856.

di vertebrati, e in un secondo lavoro dimostra (1) come anche i nemaspermi abbiano la proprietà di essere rieccitati al movimento dagli alcali caustici, e quindi come per questo riguardo siano strettamente collegati alle ciglia vibratili.

Amo per ultimo ricordare l'illustre mio maestro, il Professore *Mantegazza*, che in una sua Memoria premiata nel concorso del 1859 dalla Società di Scienze mediche e naturali di Bruxelles espose i corollari delle sue numerose esperienze sull' influenza della temperatura, della putrefazione, dell' aria atmosferica sulla vitalità dei nemaspermi e sul trapiantamento dei testicoli da una rana all' altra. Di questa preziosissima parte della sua Memoria terremo a lungo parola più avanti.

II.

I lavori di questi e di altri non meno attenti osservatori, di cui per amore di brevità omettemmo di citare il nome e gli scritti, si restringevano a studiare separatamente l'influenza degli agenti esterni sui nemaspermi o sulle ciglia vibratili; si limitavano a considerare uno solo dei lati di una questione che indagata nella sua interezza ci avrebbe forniti i più brillanti risultati. Nessuno finora, ch'io mi sappia, pose mano ad una serie di ricerche in cui ponendo le due specie di elementi in identiche condizioni, si potesse confrontare il modo loro di comportarsi e dedurne quindi delle conseguenze che sarebbero state di non poca importanza fisiologica, perocchè oltre a ciò che coi continui confronti tra nemaspermi e ciglia sarebbe stato facile scoprire nuove verità nella storia degli uni e delle altre, finalmente avremmo potuto con abbastanza precisione scientifica scio-

---

(1) Ivi.

gliere il quesito: *la causa del loro moto è la medesima?* L'importanza di questa domanda vien manifesta dai risultati che se ne potranno ottenere in avvenire. Se non ci è lecito ancora conoscere qual sia questa causa, sarà sempre un passo di più nella storia del *movimento elementare* il sapere che le ondulazioni dei nemaspermi e delle ciglia sono la manifestazione di una medesima forza; si sarà sempre abbreviato il cammino alla risoluzione dell'incognita, presentando agli sperimentatori un campo più vasto in cui praticare le loro indagini; fornendoli, per così dire, di una pietra di paragone su cui provare le loro ipotesi sul movimento ondulatorio; perocchè tanto più accettabile sarà una teoria quanto più esatta sarà nello spiegare *contemporaneamente* l'ondulazione nelle due specie di elementi mobili del nostro corpo.

Un esempio tolto dalla storia della scienza varrà a meglio spiegare le nostre idee. Il sig. *Schnetzer* avendo collocato un pelo di un mammifero sdentato (*Myrmecopha*) sul conduttore di una macchina elettrica in azione, lo vide in preda a movimenti che gli ricordarono quelli delle ciglia vibratili. Il corpo del pelo ondulava nella sua lunghezza e talvolta l'apice si ricurvava verso la base. Colpito dall'analogia e considerando che là ove si ha un movimento chimico v'ha pure svolgimento d'elettrico, e che quindi la superficie delle nostre mucose e del corpo degli animali inferiori sviluppa costantemente una certa quantità di fluido elettrico, il sig. *Schnetzer* non esitò ad ammettere quale probabile causa del movimento cigliare lo svolgersi dell'elettricità (1). Il prof. *Emilio Cornalia* in una sua Nota stampata nella « Gazzeta Medica Lombarda » del 1849 prese l'impegno di confutare l'ardita ipotesi del sig. *Schnetzer* appoggiandosi a due fatti che hanno a loro sostegno le osserva-

---

(1) « Arch. des Sciences physiques et naturelles ». Aprile 1849.

zioni di tutti gli istologi; il primo consiste nella facoltà che hanno le ciglia in alcuni degli animali inferiori di variare la direzione del loro movimento, sia che questo obbedisca alla volontà dell' animale, sia che venga regolato dai varii bisogni richiesti dalla organizzazione del suo corpo. Il secondo si verifica nelle varie mucose del nostro corpo, in cui il movimento cigliare ha la stessa forza, sebbene lo svolgersi dell'elettricità debba essere diversissimo; infatti il mutamento chimico deve essere molto maggiore in vicinanza delle vescicole polmonari dove il sangue da venoso si fa arterioso che nelle mucose genitali femminee ove per tutto mutamento chimico abbiamo la secrezione di poco muco.

Ora, domandiamo noi, avrebbe il sig. *Schnetzer* avventurata la sua ardita ipotesi ove avesse saputo che la causa del movimento nelle ciglia e nei nemaspermi deve essere la medesima? Non avrebbe egli pensato che se nello sperma di rana lasciato per 180 ore alla temperatura di 0° si osservavano ancor mobili i nemaspermi (1), il loro ondulare non può essere effetto dell' elettricità svoltasi dalla mucosa che li ha prodotti? E che perciò il fluido elettrico non può essere messo in campo nemmeno per spiegare il movimento delle ciglia vibratili? E dato ancora che il sig. *Schnetzer* avesse pubblicato la sua Memoria, sarebbe stata necessaria una confutazione?

Di questi esempii noi ne potremmo citare moltissimi anche passandoci dei già enunciati, come della forza nervosa per spiegare il movimento delle ciglia vibratili e della viscosità del liquido spermatico onde dar ragione del guizzare dei nemaspermi.

Potrebbe a taluno sembrare a prima giunta facilissimo il rispondere alla domanda di cui or ora accennammo l'altissima importanza: Se la causa motrice sia la medesima

---

(1) Esperienze del prof. *Mantegazza.*

per le due specie di elementi mobili del nostro corpo: *Si confrontino le esperienze tenute dagli sperimentatori nello studiare l'azione degli agenti esterni tanto sui nemaspermi che sulle ciglia; se i loro risultati consuonano perfettamente, non si avrà più luogo a dubitare dell'identità della causa.*

Secondochè, come di spessissimo accade, anche qui in sul primo mettersi al lavoro si incontrano difficoltà ed ostacoli insormontabili; anche qui i fatti rispondon male a quanto si era sul principio immaginato. — Lasciando da parte i luoghi diversi in cui furono fatte le ricerche, ommettendo di rammentare come anche la diversità delle stagioni in cui vennero praticate le indagini produca diversità di temperatura, di umidità, di stato atmosferico, ecc., si hanno ancora moltissime cause che impediscono ogni confronto tra i risultati enunciati dai diversi autori.

Kölliker, mostrando il disaccordo delle opinioni degli sperimentatori sul modo di comportarsi dei soli nemaspermi a fronte degli agenti fisici e chimici, ne trova la ragione in ciò che « le reazioni dei nemaspermi sono diversissime non solo a seconda delle grandi classi di animali, ma anche a seconda dei generi e delle specie affini, anzi degli stessi individui. Ci hanno inoltre influenza la vecchiezza dello sperma, il grado suo di densità, la temperatura esterna ed altre cause minori ». Valga per tutti un esempio tratto da una delle Memorie di *Quatrefages;* egli trovò che la durata del movimento nelle Carpe è di tre minuti; ora *Spallanzani* molti anni prima di lui attribuiva a questo movimento una durata 5 volte maggiore, cioè di quindici.

Si comprenderà ora di leggieri quanto maggiore debba essere la confusione, quando si vogliano porre a confronto le esperienze fatte sui nemaspermi con quelle praticate sulle ciglia. Il modo di operare, la concentrazione e la purezza dei reagenti, i mezzi adoperati nella misura di essi, il tempo e il luogo in cui le ciglia e i nemaspermi vennero

tolte all' animale o al suo cadavere, le pratiche a cui furono sottoposti prima di assoggettarli all' osservazione, la maniera di farla variando necessariamente a seconda dei singoli sperimentatori, ci riesce impossibile ridurre le indagini fatte sui nemaspermi e sulle ciglia alla unità che è pur necessaria al conseguimento di un soddisfacente risultato.

Convinto adunque che questa strada era impraticabile, e persuaso che non avrei potuto giungere allo scoprimento della verità ed al ritrovamento dell' incognita che con indagini da me stesso istituite, in questi mesi di aprile, maggio e giugno diedi opera ad una serie di ricerche in cui mettendo nemaspermi e ciglia vibratili nelle stesse condizioni, potessi farmi un' idea del loro modo di rispondere ai reagenti con cui contemporaneamente li trattava.

La riuscita di questo mio disegno vuolsi principalmente ripetere dalla gentilezza del prof. *Mantegazza* cui ho l'onore di ajutare nei lavori di patologia sperimentale, il quale provvedendomi largamente di strumenti e di reagenti, rimediò alla mancanza di mezzi, la quale è pur sempre la eterna nemica di quelli che si mettono nella via sperimentale.

III.

Io presi a soggetto quasi esclusivo delle mie ricerche le ciglia dell'epitelio vibratile della lingua, e i nemaspermi dei testicoli della rana; non solo perchè queste parti furono già studiate di preferenza anche dai sopracitati osservatori, ma anche perchè conservano il loro moto per lungo tempo dopo la morte, ed appartengono ad un animale facilissimo ad aversi in tutte le stagioni dell' anno.

Prima però che io prenda ad esporre le mie esperienze, conviene che tenga parola delle particolari avvertenze che mi guidarono nel corso di esse, acciocchè più facile riesca l' accordo de' miei risultati con quelli di chi si accingesse a ripeterle.

Newport esponendo le diversissime conclusioni a cui giunsero egli, *Prévost* e *Dumas*, e *Spallanzani* nelle ricerche sulla durata del movimento dei nemaspermi nello sperma sciolto nell'acqua, ne attribuì la cagione al trovarsi nella soluzione di sperma del testicolo alcune cellule contenenti ancora rinchiuso il proprio nemasperma e che scoppiano molto tempo dopo le altre, conducendo così ad errori involontarii lo sperimentatore. Egli quindi preferiva osservare il seme avuto per compressione del ventre nel quale credeva di avere nemaspermi sempre ben sviluppati. Da principio io pure tentai questo mezzo; ma ben presto dovetti abbandonarlo come impraticabile, sia perchè spesse volte non riesciva, sia per la piccola quantità di seme che poteva raccogliere e che era insufficiente ai miei bisogni.

Onde avere dello sperma in abbondanza, toglieva un testicolo dalla rana e postolo in una pulitissima capsula di porcellana lo immollava con alcune goccie d'acqua distillata, oppure del liquido di cui voleva sperimentare l'azione, e con un pestello pure di porcellana prestamente lo stemperava. Otteneva così un liquido biancastro da cui con un bastoncino di vetro toglieva quel tanto che mi abbisognava per l'osservazione microscopica. Allorchè voleva sapere con maggior precisione quanto tempo i nemaspermi vivessero in una sostanza, stemperava prima il testicolo nell'acqua, poi poneva sul vetro porta-oggetti una goccia di soluzione di sperma e una goccia del liquido di cui voleva sperimentare l'efficacia, li mescolava rapidamente e li sottoponeva al microscopio. Egli è chiaro che se io voleva studiare l'azione per es. di $^1/_{500}$ di acido solforico, mi era necessario mettere sul porta-oggetti una soluzione di $^1/_{250}$ di quest'acido, dovendo tener conto di quella quantità di acqua in cui aveva stemperato il testicolo.

Usava poi nello studiare l'azione di una sostanza fissare nel campo del microscopio due o tre nemaspermi, non perdendoli di vista che allorchè rimanevano immobili; e per

assicurarmi che la loro morte non era accidentale ripeteva, due, tre volte la stessa esperienza. E così non correva pericolo di confondere i nemaspermi che avevano fin dal principio subìta l'azione del liquido con quelli che pel ritardato scoppiare della vescicula vi erano appena venuti a contatto.

Tra le altre cause di errore che ponno turbare le osservazioni sui nemaspermi, io debbo annoverare in ispecial modo la seguente già menzionata da *Kölliker;* Allorchè stemperiamo il testicolo col solito metodo, ne rimangono sempre nel liquido dei pezzetti più o meno grossi che ad onta della diligenza usata sfuggirono alla triturazione. Egli è manifesto che i zoospermi contenutivi essendo ravvolti dal connettivo dei canaletti seminiferi ed addossati l'uno all'altro non subiranno l'influenza del liquido nel quale sono immersi, sicchè allorchè noi vi immergeremo il bastoncino di vetro onde toglierne una goccia di liquido da esaminare, il movimento che vi produciamo scuoterà il pezzo di testicolo e basterà a staccarne dei zoospermi che non hanno ancora subìta l' influenza del liquido che li circonda e che quindi andranno a sostituire quelli che già furono uccisi inducendoci in errore sugli effetti della sostanza adoperata. — Io perciò usava onde ovviare a questo inconveniente, stemperato il testicolo, con un bistorì panciuto od altro più adatto istrumento allontanare i pezzi di testicolo che erano sfuggiti allo stemperamento. Nè ciò basta; anche nelle preparazioni che si sottopongono al microscopio è d' uopo tener conto dei nemaspermi isolati e che perciò sono dappertutto circondati dal liquido, non già di quelli che essendo riuniti in masse, oppure trattenuti nello stroma del testicolo pongono ostacolo alla sua libera azione.

Per la stessa ragione io era solito, quando immergeva la lingua di una rana nel liquido di cui voleva provare l' effetto, scuoterla alquanto prima di sottoporne un pezzetto all'esame microscopico, acciocchè venisse spogliata da quello

strato di muco e di altre sostanze che quasi costantemente la ricoprono ed impediscono colla loro presenza l'immediato contatto del liquido colle ciglia e colle cellule dell' epitelio. Nè si creda che questa pratica sia inutile o di poco momento; basta a dimostrare il contrario un fatto che ci si presenta sovente allorchè assoggettiamo ad esame un pezzetto di lingua non abbastanza scossa nel liquido; il movimento può essere cessato dappertutto e solo sussistere immutato e vorticoso dove degli angoli rientranti favoriscono il raccogliersi del muco ed impediscono al liquido di spiegare coll' immediato contatto la sua azione sull'epitelio.

Era necessario per le mie ricerche che i reagenti fossero a diversi gradi di concentrazione; io quindi li allungava con diverse quantità di acqua distillata. Il metodo da me usato in questa pratica era semplicissimo e poco dissimile da quelli di *Quatrefages* e *Kölliker.* Affilai alla lampada due tubi di vetro di egual diametro, e limai le loro due estremità in modo che le goccie che ne uscivano, allorchè il liquido era nei tubi alla medesima altezza, fossero eguali. L'uno serviva pei varii reagenti ed era, dopo ciascuna esperienza, accuratamente lavato con acqua distillata; l'altro serviva esclusivamente all'acqua. Siccome poi nel caso che io avessi voluto mescolare una sostanza con una gran quantità d' acqua, l'uso di questo tubo sarebbe stato troppo lungo e nojoso, ne costruii un altro più ampio e graduato in modo che da un segno all' altro ci fosse uno spazio bastante a capire 10 goccie di acqua. Aveva poi una provetta ancora più grande pure graduata la quale mi serviva a misurare le centinaja di goccie. E così in brevisimo tempo e con bastante precisione poteva misurare ingenti quantità di liquidi. — I vasi di cui mi servii erano tutti di porcellana e venivano lavati con acqua distillata ed asciugati dopo ciascuna esperienza. — La temperatura media della camera fu di 21° R.

IV.

Analogia dei nemaspermi e delle ciglia vibratili riguardo alla parte motrice.

Esaminando a fortissimo ingrandimento un ciglio della cellula di epitelio vibratile, vedesi constare di una sostanza pallida, trasparente e perfettamente omogenea; l'osservazione di *Ehrenberg* che le ciglia fossero provvedute di bulbo e di muscoli non venne confermata dalle ricerche posteriori, e gli istologi moderni s'accordano nel non riconoscere tra le ciglia più voluminose e le più esili altra differenza che nel volume. Le ciglia dell'epitelio orale della rana misurano in lunghezza media $0^{mm},0055$; sono quindi di molto più corte della coda dei nemaspermi. Esse godono di due specie di moto; ondulazione nella loro lunghezza da destra a sinistra e ricurvamento dell'apice verso la base. L'unione, la combinazione di questi due movimenti, produce una corrente nel liquido in cui sono immerse le ciglia; sottoponendo al microscopio una delle punte di una lingua di rana, noi veggiamo le cellule epiteliche, le granulazioni, i globuli sanguigni che nuotano liberi nel liquido avvicinarsi lentamente alla linea formata dalle cellule vibratili; poi in un subito, quasi travolti da un vortice, li scorgiamo trascinati dalla corrente e lanciati lontano.

Nel nemasperma si osservano una parte più grossa a cui per analogia venne dato il nome di *capo* o *corpo* ed un lungo filamento che si attacca alla estremità del capo e che ebbe il nome di *coda.* L'insieme del capo e della coda gode di due moti diversi; il primo di ondulazione trasversale, il secondo di traslazione da un luogo all'altro. La loro combinazione produce quello scuotersi così vivace che dà ragione delle false credenze di istologi, anche moderni, sulla loro vera natura.

Avuto riguardo alla parte motrice noi troviamo qui una prima e grandissima analogia tra i nemaspermi e l'epitelio

vibratile; infatti tanto negli uni che nell'altro *la parte attiva nel movimento è rappresentata dalle ciglia, mentre la cellula od il corpo (a seconda che trattasi di epitelio o di sperma) non hanno che un uffizio affatto passivo.*

La cosa è per sè chiarissima per ciò che concerne le ciglia vibratili; le cellule epiteliche disposte a palizzata, rimangono serrate le une contro le altre nell' impossibilità di eseguire il minimo movimento. — Lo stesso può dirsi pei nemaspermi, e per dimostrarlo non ho che a citare una osservazione che io ho fatto e che poi ho trovato già notata da *Kölliker* a pag 243 della sua Memoria allorchè scrive: « isolirte Schwänze von Samenfäden sich bewegen, abgetrennte Köpfe derselben dagegen immer stille stehen ». Infatti avendo stemperato un testicolo nella soluzione di $^1/_{80}$ di solfato di soda, ed esaminando al microscopio il liquido risultatone, ci scorsi molte code di nemaspermi che guizzavano senza capo con movimenti di ondulazione trasversale e di avanzamento; mentre per quanto ci tenessi dietro non potei assicurarmi che un corpo potesse ancora scuotersi sprovvisto di coda. E qui deggio avvertire che questa talora o per essere corta o priva di quelle pellicole o frammenti di cellule che generalmente le stanno appiccicati rimanga a tutta prima invisibile, sicchè paia che il corpo si scuota senza di essa; però modificando la luce o cambiando l'ingrandimento potremo sempre accertare la sua esistenza.

Un altro argomento a sostegno di questa opinione lo abbiamo in un fatto che mi fu dato di verificare nella sua pienezza in una preparazione di lingua di rana immersa nella soluzione di $^1/_{100}$ di carbonato di soda; le cellule epiteliche essendosi staccate per la massima parte dalla mucosa, e nuotando libere nel liquido, erano dalle vigorose vibrazioni delle loro ciglia (la lingua era stata tolta ad un animale appena ucciso) spinte qua e là a guisa dei filamenti spermatici. Mancava in essi il movimento di avanzamento quale s' osserva nel nemasperma; ma di ciò si può

dar ragione notando che in questo la lunghissima coda può flettersi a zig-zag e poi raddrizzarsi ad un tratto, mentre ciò non è possibile nelle cellule che, come dicemmo, hanno ciglia assai corte.

V.

Azione dell' acqua.

L' acqua non è il liquido più favorevole pel moto degli elementi vibratili; al contrario dopo qualche tempo di sua azione cessa il loro ondulare e rimangono pallidi e senza moto.

L' azione di questo liquido sui nemaspermi della rana venne già studiata colla maggiore esattezza da molti istologi: tuttavia le loro opinioni sono tutt'altro che concordi, e le cifre che esprimono la durata del movimento dei nemaspermi immersi nell'acqua presentano notevolissime differenze. Secondo *Newport*, cui noi dobbiamo diligentissime osservazioni e che sperimentò ad una temperatura di 50° F. il succedersi delle ondulazioni dei filamenti spermatici, continuerebbe generalmente per non più di quattro ore. Tuttavia in due esperienze da lui fatte alla stessa temperatura il movimento era durato 24 ore; nel qual risultato convengono anche *Prévost* e *Dumas*, e *Spallanzani* che viddero i zoospermi sotto l' influenza dell' acqua muoversi ancora per 25-34 ore da che erano stati tolti dal corpo dell'animale. *Newport* cercò spiegare queste dissonanze con quella teoria già da noi citata più addietro del trovarsi nello sperma dei filamenti racchiusi ancora tra le pareti della cellula della madre. *Kölliker* però crede che questa causa non sia la più vera; giusta l' istologo alemanno, le discordanze dei risultati dipendono da ciò che lo sperma a seconda che vien tolto dal testicolo o dalle vescicole seminali è ora più, ora meno denso. In quest' ultimo caso l' azione dell'acqua riesce molto più nociva che nel primo. Infatti egli trovò che lo sperma tratto

dal testicolo ed allungato con acqua, generalmente dopo 3 o 4 ore non presenta più movimento di sorta, mentre il seme tratto dalle vescicole gode ancora dopo più di 24 ore le sue proprietà vitali.

Queste conclusioni vanno pienamente d' accordo coi risultati cui sono giunto colle mie esperienze. Io trovai però che anche lo sperma tratto solamente dal testicolo stemperato coll' acqua può presentare dei nemaspermi i quali si muovono per tempi diversissimi; e ciò, secondo quello che io ho osservato, dipende dalla maggiore o minore sua diluzione. Infatti generalmente la durata del movimento è in ragione inversa dalla quantità di acqua che fu aggiunta al liquor seminale. Nulla di più facile che il verificare questa legge la quale collima perfettamente colla teoria anzicitata di *Kölliker*; stemperando un testicolo in una buona quantità di acqua, dopo 2 o 3 ore non si avranno all'osservazione microscopica che dei nemaspermi privi di moto, mentre invece se ad una goccia di acqua posta sul vetro porta-oggetti si aggiunge un pò del liquido che esce comprimendo un testicolo spaccato per metà, l' ondulare dei filamenti potrà continuare per più di un giorno. In un caso vidi durare il movimento per più di 40 ore.

Ciò che dicemmo pei nemaspermi vale anche per le ciglia vibratili. La immersione delle cellule di epitelio nell'acqua produce un effetto nocivo, sicchè poco di poi assoggettandole alla osservazione microscopica si trovano gonfie e trasparentissime, mentre le ciglia spegnendosi quella poca vitalità che ancora in esse rimane, diventano immobili e pallidissime.

Anche qui però è a osservarsi che la durata delle loro ondulazioni, allorchè vengono immerse nell' acqua, non è sempre eguale; essa varia prescindendo da cause minori, principalmente a seconda della quantità di acqua aggiunta. A provarlo valga la seguente esperienza tratta dalle molte che io feci in proposito: misi una delle punte di una lin-

gua di una rana appena tagliata su un vetro porta-oggetti, vi aggiunsi una grossa goccia d'acqua e copertala con un vetrino la posi in una atmosfera molto umida onde impedirne l'essiccazione; diciotto ore dopo le ciglia muovevansi ancora. — Nello stesso giorno immersi l'altra punta della lingua nell'acqua contenuta in una capsula di porcellana: due ore dopo trovai che le ciglia erano perfettamente immobili. In un altro caso, in identiche circostanze, le ciglia avevano perduto ogni vitalità dopo 20 minuti.

Ad onta che tutte queste influenze impediscano di fare un esatto confronto della durata del movimento nelle due specie di ciglia, pure dalle mie osservazioni sono indotto ad ammettere che in generale i filamenti spermatici resistano più delle ciglia vibratili all'azione dell'acqua; infatti io non viddi mai queste ultime protrarre le loro ondulazioni sì a lungo quanto i nemaspermi, nè questi cessare così presto i loro movimenti quanto le ciglia vibratili.

Abbiamo veduto come i nemaspermi sottoposti da qualche tempo all'azione dell'acqua rimangano immobili. Essi però danno origine anche ad un altro singolare fenomeno appellato *enroulement* dai Francesi, cioè il loro corpo si piega su sè stesso in modo da formare un circolo, e la coda gli si aggira tutto all'intorno. — Tutti quelli che li videro in questo stato credevanli morti e non pensavano nemmeno a cercare un mezzo che valesse a ravvivarli. *Kölliker* invece nelle sue diligenti indagini scoprì che aggiungendo a questi nemaspermi delle soluzioni di sali o di sostanze indifferenti ad uno stato di conveniente concentrazione, essi venivano rieccitati e riprendevano il loro vitale movimento. Egli adoperava di preferenza le soluzioni di zuccaro, siero sanguigno, albumina, urea, glicerina, amigdalina e cloruro sodico; il grado di concentrazione scelto era quello che si era mostrato più favorevole nel conservare in vita i nemaspermi, e perciò doveva necessariamente variare col variare dei reagenti chimici adoperati.

Io volli tentare se anche le ciglia vibratili rispondessero a questo mezzo di rieccitazione, e le esperienze che io tenni me ne tolsero ogni dubbio. Le ciglia che rimasero per qualche tempo immerse nell'acqua hanno sospesi, non cessati i loro movimenti; ponno riprenderli allorchè l'aggiunta della soluzione di una sostanza per sè stessa innocua, mediocremente concentrata, li abbia riposti nelle circostanze che sono necessarie alla loro vita. — Ecco alcuni esempii della rieccitabilità dei nemaspermi e delle ciglia immerse nell'acqua:

Esperienza 1.ª — Stemperai un testicolo in due cent. cub. di acqua; ottanta minuti dopo i nemaspermi erano in gran parte immobili. Allora aggiunsi ad una goccia del liquido stemperato una o due goccie di una soluzione fatta con una soluzione satura di zuccaro di canna cui si aggiunsero cinquanta parti di acqua; lasciai riposare alcun poco la preparazione, poi la sottoposi all'esame microscopico; alcuni nemaspermi erano ancora ripiegati ad uncino ed immobili; i più di essi però avevano ricominciate le loro ondulazioni, alcuni diritti, altri ricurvi a guisa di *c*, altri infine ravvolti ancora ad uncinetto; continuarono così per varie ore. — Ottenni un identico risultato adoperando una soluzione contenente 1/25 di zuccaro; solo che qui il movimento era meno risentito e generale. Producono eguali effetti le soluzioni di 1/10 di urea, 1/50 di glicerina aggiunte a dei nemaspermi che erano rimasti per più di due ore a contatto dell'acqua; oltre al riacquistare il movimento, ritornano stretti ed a contorni più oscuri come nello stato normale.

Esperienza 2.ª — Spiccai le due punte della lingua di una rana e le immersi nell'acqua scuotendovele alquanto; dopo venti minuti le cellule erano pallide e le ciglia trasparenti, distese ed immobili. Immersi allora i due pezzetti in una soluzione di 1/6 di zuccaro di canna; le cellule diventarono più piccole e più oscure, e le ciglia ripresero il loro moto vorticoso che durò fortissimo per molte ore. Esperimentai ed ottenni eguali risultati colle soluzioni di 1/10 di urea e 1/25 di glicerina che furono aggiunte ad una lingua di rana dopo una mezz'ora di immersione nell'acqua.

Le esperienze si ponno tenere in modo diverso; si metta sul vetro porta-oggetti una goccia di soluzione acquosa di sperma o una punta di lingua con un pò di acqua, si copra col vetrino e si lasci in quiete fino a che sia cessato ogni movimento; allora si introduca tra i due vetri una goccia di una soluzione concentrata di zuccaro o di altra sostanza indifferente; mano mano che essa si avanza i nemaspermi o le ciglia che le si trovano più vicini si scuotono fortemente; allorchè poi vengono da essa circondati anneriscono e passano a perfetta immobilità. Analizzando questo fenomeno ci possiamo scorgere tre diverse influenze: la influenza dell'acqua che agisce *sospendendo* i movimenti delle ciglia; l'influenza delle soluzioni mediocremente diluite che servono a *ripristinarli* una volta sospesi; e l'influenza delle soluzioni concentrate che agendo in senso diametralmente opposto a quello dell'acqua pure giungono allo stesso scopo, cioè ad *arrestare* le ondulazioni.

VI.

Azione degli acidi.

Da molto tempo si conosce che gli acidi esercitano tutti una azione nociva sul movimento dei filamenti spermatici e delle ciglia vibratili. — *Donné* nel 1837 sospettava doversi attribuire alla soverchia acidità del muco vaginale che impediva ai nemaspermi di potere col moto conservare la facoltà fecondatrice, molti casi di sterilità nella femmina. — *Quatrefages* aveva trovato che una goccia di acido nitrico o solforico diluita con 10,000 goccie di acqua bastava ad uccidere in pochi minuti i nemaspermi delle Ermelle; *Purkinje* e *Valentin* fino dal 1835 avevano scoperto che le ciglia dell'epitelio vibratile vengono in poco d'ora arrestati nel loro movimento da una soluzione acquosa di $^1/_{1000}$ di acido acetico, $^1/_{1000}$ di acido cloridrico e nitrico. — A soluzioni più concentrate la perdita del moto è istantanea.

L' influenza nociva che esercitano gli acidi sulle ciglia pare sia dovuta ad un' azione chimica, ad una vera disorganizzazione del tessuto che compone la cellula dell' epitelio e il filamento del nemasperma. — Noi abbiamo già veduto come le ciglia rese immobili per l' immersione nell' acqua possano essere richiamate a vita coll' aggiunta di una soluzione di sostanza indifferente mediocremente concentrata: in questo caso l' elemento vibratile benchè sia composto al più assoluto riposo, conserva anche virtualmente la sua forza ondulatoria, e la manifesta appena sia posto in condizioni più favorevoli alla sua esistenza; la forza qui è neutralizzata, non distrutta. Allorchè noi invece abbiamo costretto all' immobilità un nemasperma od un ciglio vibratile mediante l' aggiunta di un acido, noi non possiamo dopo trovar mezzo che valga a rieccitarlo; l' acido ha profondamente modificato la composizione chimica della materia che lo costituisce, e la materia cangiata non può più godere delle forze che possedeva dapprima.

La seguente tabella è il risultato di esperienze molte volte ripetute allo scopo di dare un' idea abbastanza esatta del modo di comportarsi degli elementi vibratili verso gli acidi diluiti. L' accordo, se se ne eccettuino le ciglia vibratili che talora resistono per pochi secondi di più alla influenza nociva degli acidi, non poteva essere più compiuto. Le stesse soluzioni, in uno spazio di tempo generalmente eguale, valgono ad arrestare nel loro movimento tanto i filamenti dello sperma che quelli delle cellule d' epitelio; altre soluzioni più diluite riescono sì agli uni che agli altri perfettamente innocue.

In alcuni punti io discordo da *Kölliker*, per es., dove egli dice che « i nemaspermi che si muovono in diluite soluzioni di zuccaro che contengono 1/7510 di acido cloridrico sono pochissimi », mentre io li vidi vivere dopo 15 minuti di immersione in una soluzione di 1/5100 di acido; oppure dove parlando dell' acido cromico, aggiunge « che

nelle soluzioni di $^{1}/_{40}$—$^{1}/_{100}$ di questo acido i nemaspermi si muovono vivamente per fino 10 minuti », mentre io li vidi morire in 5 minuti in una soluzione che ne conteneva $^{1}/_{1000}$. Ma io credo che queste differenze debbansi ripetere, più che da altro, dal modo di operare e dal diverso grado di concentrazione degli acidi. — Finalmente riguardo ad alcune piccole discordanze che esistono tra i miei risultati e quelli ottenuti da *Purkinje* e *Valentin* nell' esperimentare sull' epitelio vibratile, stimo se ne possa trovare la ragione nella diversità della specie degli animali che furono presi a soggetto di indagine. Due specie anche vicinissime, presentano sempre marcate differenze nel modo di rispondere agli agenti chimici; *Quatrefages* ce ne aveva già resi accorti là dove, parlando dell' azione diversa dei veleni minerali sui nemaspermi delle Ermelle e dei Taredo, conchiude: « On voit que, dans des recherches de cette nature, il faudrait bien se garder de généraliser prématurément en concluant d'une espèce à d'autres ».

Acidi	1/100		1/200		1/500		1/1000		1/2000		1/5000	
	Nemas.	Ciglia	N.	C.	N.	C.	N.	C.	N.	C.	N.	C.
Solforico . .	Morte istantanea	Morte istantanea	—	—	Vivono 30"-1'	Vivono 30"-1'	Vivono per 2'-3'	2'-3'	—	—	Vivono dopo 15'	Viv. ancora dopo 15'
Acetico . .	Id.	Id.	—	—	Morte istant.	Morte istant	Morte istant.	Morte istant.	3' ai 3',30"	4'	Id.	d.
Nitrico. . .	Id.	Id.	—	—	1'-2'	30"-2'	5'-6'	5'-6'	—	—	Id.	Id.
Cloridrico .	Id.	Id.	—	—	2'	2'	4'-30"	4',30" ai 5'	—	—	Id.	d.
Cromico . .	Id.	Id.	Vita di 1',30"	Vita di 2'	2' ai 2',30"	3',30"	5'	6' ai 6',15"	Vivono ancora dopo 7'	Vivono ancora dopo 9'	—	—
Lattico . .	Id.	Id.	—	—	4'	5'	6',30"	8'	Vivono ancora dopo 9'	Vivono ancora dopo 9'	—	—

VII.

Azione dei sali metallici.

I sali metallici esercitano in generale la stessa azione degli acidi, cioè anche diluiti con enorme proporzioni di acqua godono della proprietà di arrestare in un tempo più o meno lungo il movimento delle ciglia vibratili e dei nemaspermi. Vale pure pei sali metallici quanto abbiamo detto degli acidi; il nemasperma o le ciglia di una cellula epitelica che vennero da essi forzate alla immobilità, non ponno più venire per alcun mezzo richiamate a nuova vita tanto fu profonda la modificazione apportata da questi agenti chimici nella loro intima tessitura.

L' azione nociva dei sali metallici era già stata riconosciuta dai primi sperimentatori. — *Purkinje* e *Valentin* avevano già notato che una soluzione di $^1/_{1000}$ di nitrato argentico bastava a distruggere il movimento delle ciglia vibratili. — *Quatrefages* aveva trovato un' azione ancora più potente pel nitrato di rame e pel bicloruro di mercurio; dalle sue esperienze infatti risulta che i nemaspermi delle Ermelle vengono uccisi dalla soluzione di $^1/_{200,000}$ del primo e $^1/_{200,000}$ del secondo, e quelli dei Taredo da $^1/_{2000,000}$ del primo e $^1/_{20,000,000}$ del secondo. — Onde poi scacciare ogni dubbio che i nemaspermi venissero arrestati nel loro guizzar da un'altra causa qualunque indipendente dai reagenti adoperati e ridotti a così enorme diluzione, aggiunge che i filamenti spermatici adoperati nelle sue ricerche erano in tutto il loro vigore normale, atti ancora alla fecondazione, e quindi nelle migliori condizioni possibili onde resistere all' azione deleteria delle sostanze impiegate; e che egli li vedeva morire sotto i suoi occhi mano mano che si staccavano dai pezzetti di testicolo che aveva assoggettato all' osservazione microscopica.

Non presentando queste ricerche molto interesse, essendo press' a poco la ripetizione di quelle che aveva instituite

sugli acidi, non presi ad oggetto di studio che il bicloruro di mercurio ed il nitrato di argento, e sì per l'uno che per l'altro trovai identico il modo di comportarsi delle due specie di elementi vibratili.

A soluzione molto concentrata la morte era istantanea; i nemaspermi rimanevano il più diritti, a margini oscuri a luce riflessa, bianchi a diretta; le ciglia apparivano immote e diritte ed acquistavano insieme alle loro cellule una tinta brunastra a luce riflessa, bianca a diretta. In una soluzione di $^1/_{500}$ dell'uno o dell'altro dei due sali la morte era ancora istantanea, ed i nemaspermi presentavano in parte il fenomeno dell' *incurvamento* come quando sono trattati con soluzioni di sostanze indifferenti molto diluite. Nelle soluzioni di $^1/_{1000}$ si avevano risultati identici, solo che il fenomeno dell'incurvamento era in più ampia scala. Finalmente in una soluzione di $^1/_{4000}$ tanto i nemaspermi che le ciglia erano in parte ancor vivi dopo 5 minuti di immersione; se si aveva qualche differenza nella durata dei movimenti, era in favore dei nemaspermi, che, a quel che mi parve, avevano conservato maggior forza vitale.

VIII.

Azione di alcune sostanze indifferenti.

Le *sostanze indifferenti* presentano un'azione molto diversa sugli elementi vibratili a seconda del grado di concentrazione del liquido in cui sono immersi, e perciò questa loro influenza pare dovuta a forze puramente di spettanza fisica, e quindi diametralmente opposte a quelle degli acidi e dei sali metallici che abbiamo esaminati finora. — Le sostanze indifferenti di cui ho seguito abbastanza diligentemente l'azione sono: zuccaro di canna, glicerina, urea, salicina e albumina d'uovo.

Cominciamo dallo studio dell'influenza che esercitano sui nemaspermi. — Stemperando un pezzetto di testicolo in una

soluzione di una di queste diverse sostanze il cui grado di concentrazione sia il più favorevole, e ponendo una goccia del liquido risultante sul porta-oggetti di un microscopio, si scorgeranno i nemaspermi che vi sono immersi scuotersi in tutti i sensi, progredire celeremente e conservare per lungo tempo questa loro energia; allorchè i filamenti hanno la coda ed il corpo disposti in linea retta, e nessuno di essi accenna incurvamento ad uncino, la soluzione si può ritenere ad uno stato perfetto di concentrazione. — Il grado poi di questa non può essere determinato che per mezzo di diligenti esperienze e varia necessariamente col variare delle sostanze adoperate; così per lo zuccaro di canna la soluzione debb' essere di 1/50; per la glicerina di 1/50; per l'urea di 1/10; per la salicina di 1/5; per l'albumina d'uovo di 1/4 circa.

Le soluzioni troppo diluite o troppo concentrate sono egualmente sfavorevoli al movimento dei nemaspermi.

Se la soluzione venne allungata coll'aggiunta di una soverchia quantità di acqua, il movimento non manca subito, ma solo diventa meno vivace; la sua durata diminuisce gradatamente, e parte dei nemaspermi si gonfiano e impallidiscono, oppure si curvano ad uncino. Accrescendo gradatamente l'allungamento delle soluzioni, lo scuotersi dura un tempo sempre più corto, il numero degli uncini si accresce ognora, ed alla fine abbiamo press'a poco tutti quei cambiamenti che già vedemmo succedere nel trattare i nemaspermi coll' acqua pura.

Ma come appunto ci fu dato di osservare nei nemaspermi immersi nell'acqua, anche qui quei filamenti spermatici che per l' azione della soluzione troppo diluita rimangono immobili od incurvati ad uncino non sono veramente morti; essi conservano ancora allo stato latente la loro facoltà di guizzare, ed essa non ci si mostra perchè le condizioni esterne non sono favorevoli al suo sviluppo. Ma aggiungiamo al liquido una soluzione più concentrata, riducendolo così

ad una densità più conveniente e allora vedremo i nema-spermi riprendere il loro moto e continuarlo come se fossero allora allora tratti dal corpo dell'animale.

Se invece di una soluzione diluita se ne adopera una troppo concentrata, i fenomeni sono tutti affatto diversi, ma terminano essi pure coll' arresto del movimento dei nemaspermi. Il corpo di questi diventa più ristretto ai lati, più raggrinzato; il loro colore si fa più oscuro alla luce riflessa, più chiaro alla diretta; i movimenti diventano più piccoli, più lenti, e terminano con una perfetta immobilità. La vita qui non è però tolta che apparentemente, e noi conosciamo benissimo i mezzi che valgono a ripristinarla. Egli è chiaro che essi debbano precisamente essere opposti a quelli che abbiamo adoperato per le soluzioni diluite; l'aggiunta dell'acqua sola basta, purchè sia fatta a tempo ed a misura, a rieccitare il movimento nei nemaspermi che vennero ridotti alla immobilità da una soluzione delle succitate sostanze qualunque ne sia il grado di concentrazione.

Valgano a provarlo le seguenti esperienze tratte da quelle che io feci in proposito: 1.° Sottopongo al microscopio una goccia di una soluzione di 1/2 di albumina d'uovo con molti nemaspermi; solo alcuni rarissimi si scuotono, gli altri sono perfettamente immobili; aggiungendo sul vetro portaoggetti una goccia di acqua, il moto diventa generale ed energico. 2.° Ripeto l'esperimento sostituendo all'albumina una soluzione satura di salicina; il movimento dei nemaspermi dura per un minuto, poi cessa; riprende però vivacissimo coll'aggiunta di una goccia di acqua. 3.° Istituisco una identica esperienza adoperando una soluzione satura di urea; i nemaspermi si arrestano immediatamente, e non rivivono che coll'aggiunta di una soluzione molto allungata di glicerina.

Dissi che l'acqua deve essere aggiunta a tempo ed a misura; infatti essa deve aggiungersi subito ai nemaspermi che vennero immersi in soluzioni molto dense, in modo che l'azione di queste su di essi duri pochissimo tempo;

e la sua quantità deve essere in ragione diretta del grado di densità del liquido con cui viene mescolata. Le esperienze che io feci a questo oggetto e che superano la cinquantina, mi condussero sempre ad identico risultato; agendo rapidamente e aggiungendo molta acqua potei far rivivere dei nemaspermi che erano stati arrestati da una soluzione satura di zuccaro.

Ciò che esposi pei nemaspermi, trovai valere anche per le ciglia vibratili, ed il loro modo di comportarsi verso le soluzioni di sostanze indifferenti varia sempre a seconda del grado di concentrazione della soluzione che venne adoperata.

Allorchè questo grado è il più favorevole al loro movimento, noi li vediamo scuotersi con vibrazioni energiche, eguali, contemporanee, sicchè danno origine ad una corrente rapida e continua che, se si ha l'avvertenza di aggiungere alla preparazione dell'epitelio una goccia di sangue, vale a smuovere ed a lanciare da un punto all'altro i grossissimi globuli ematici dei Batraci, le cellule epiteliche che nuotano libere ed altri corpi più pesanti ancora. — Questo movimento benchè varii nella sua durata a seconda della densità e della qualità del liquido in cui sono immerse le ciglia, può continuare per lunghissimo tempo; lo viddi persistere fortissimo in un lembo di epitelio della lingua di una rana che aveva immerso nell'albumina d'uovo, dopo più di due giorni, mentre erano già cominciati i fenomeni della putrefazione. — Il grado di concentrazione che bisogna dare alle soluzioni viene determinato sperimentalmente, ed è diversissimo a seconda delle varie sostanze, mentre per l'albumina e per la salicina abbisognano sature, per l'urea devono essere di 1/10, per la glicerina di 1/25 e per lo zuccaro di 1/10.

Nelle soluzioni troppo acquose alcuni tratti delle linee su cui sono disposte le ciglia vibratili cominciano a sospendere il loro movimento; negli altri luoghi esso non è più così violento come nelle soluzioni mediocremente concen-

trate, e le ciglia coi loro disordinati incurvamenti producono correnti deboli ed interrotte; ad allungamento ancora maggiore le cellule epiteliche si gonfiano ed impallidiscono, ed i loro filamenti rimangono distesi, trasparenti e senza moto.

Ci è facile però scuoterli da questo stato di letargo, ed i mezzi che io trovai potersi adoperare sono analoghi a quelli che servono pei nemaspermi. Aggiungendo una soluzione convenientemente concentrata alle ciglia che vennero obbligate ad immobilità da una soluzione troppo acquosa, esse ripigliano le loro ondulazioni e le continuano per un tempo e con una forza che variano per infinite cause, per esempio la relativa densità e quantità dei due liquidi, il tempo che l' epitelio rimase soggetto all' azione nociva, il grado di temperatura, ecc.

Se noi immergiamo un lembo di epitelio vibratile in una soluzione troppo concentrata, benchè i suoi effetti debbano essere opposti, pure la vediamo produrre l'arresto istantaneo delle ondulazioni delle ciglia. Le cellule epiteliali per ragione endosmotica impiccioliscono e così assumono una tinta nerastra a luce riflessa; le ciglia subiscono esse pure un simile cangiamento di colore, si fermano e si adagiano tutte l' una sull' altra piegandosi da una medesima parte; se la soluzione è concentratissima divengono quasi invisibili. — Tuttavia trovai che anche qui esse non sono morte, benchè sembrino aver perduto persino la loro forma. La rapida aggiunta dell'acqna le ritorna in ogni caso alla vita. — Allorchè si adoperano soluzioni fortemente concentrate, sarà bene invece di versare l' acqua sul vetro porta-oggetti su cui giace la preparazione di epitelio, di prender questa con una pinzettina e scuoterla per qualche minuto in un vaso di acqua, che così l'azione rieccitatrice sarà più pronta ed energica. Gli è di questa maniera che io potei ripristinare le ondulazioni cigliari in pezzi di lingua di rana che erano stati trattati da prima con soluzioni sature di urea, di glicerina e di zuccaro. Aggiungo nella presente tabella delle indicazioni più dettagliate sull' azione delle sopracitate sostanze sui nemaspermi e sulle ciglia vibratili. — Come da essa si scorge, nella maggior parte dei casi le ciglia vibratili resistono più dei nemaspermi all' azione delle soluzioni concentrate, e questi più di quelle alla influenza delle soluzioni diluite; di ciò terremo più a lungo parola parlando del loro modo di comportarsi verso i sali alcalini e terrei.

	Soluz. satura		1/2		1/5		1/10		1/25		1/50	
	Nemas.	Ciglia	N.	C.	N.	C.	N.	C.	N.	C.	N.	C.
Zuccaro . .	Morte istant.	Morte istant.	—	—	Morti	Morti	morte quasi subit.	Vivono beniss. per molte ore	Morti quasi tutti	Vivi	Viva-cissimi	Id.
Glicerina . .	Id.	Id.	—	—	Morti quasi tutti	Dopo 5 minuti morti quasi tutti	Qual-che vivo	Moto ancor forte dopo 15 m.	Il nu-mero dei vivi si fa magg.^{e}	Vita fortis-sima	Movim. gener. ed energ.	Id.
Urea . . .	Id.	Id.	—	—	Solo qualc.° ondula	Vivono alcuni minuti	Vivono beniss.	Id.	—	—	—	—
Salicina . .	Morte	20 min. dopo vita fortiss.	Scuo-tonsi per al-cuni minuti	Vita fortiss.; mezz'o-ra dopo dura ancora	Vivono beniss. Qual-che uncino	Vita fortiss.	—	—	—	—	—	—
Albumina . .	Morte	Vita fortiss. per 2 giorni	Solo alcuni ondula-no	Vita fortis-sissima	Vivono beniss.	Id.	Vivono bene; qualche uncino	Vivono	—	—	—	—

IX.

Azione dei sali alcalini e terrei.

I sali alcalini e terrei da me esperimentati godono delle stesse proprietà delle sostanze indifferenti in riguardo alla loro azione sugli elementi vibratili. La loro influenza è diversa, ed anzi il più delle volte contraria a seconda del grado di concentrazione della loro soluzione; così mentre a concentrazione favorevole conservano per lungo tempo il moto dei nemaspermi e delle ciglia vibratili, a soluzione o troppo concentrata o soverchiamente diluita in un tempo più o meno lungo lo arrestano.

Il Prof. *Jac. Moleschott* fece l'interessante scoperta che alcune soluzioni di fosfato, carbonato e solfato di soda, e di cloruro di sodio servono a rieccitare per 10 o 12 minuti i movimenti nei nemaspermi del toro, allorchè questi per la troppa vecchiezza dello sperma cessano di vibrare; tuttavia nello stesso tempo potè verificare che ciò non succede pei nemaspermi delle rane, sicchè per questi come per le ciglia vibratili rimane il fatto già da me osservato che i sali alcalini e terrei non agiscono che per la loro concentrazione. Il grado di questa più favorevole al movimento dei nemaspermi varia nei diversi sali da me studiati, sicchè questi si ponno distinguere in varie classi. Quelli che esercitano favorevole influenza a soluzione satura o quasi satura (solfato di chinino, solfito di magnesia); quelli che agiscono a soluzioni di 1/50 (solfato di soda, cloruro di bario), e quelli che abbisognano della soluzione di 1/200 (azotato di potassa, carbonato di soda, cloruro di sodio). — Similmente per le ciglia vibratili i primi agiscono ancora a soluzione satura, i secondi a soluzioni di 1/10; gli ultimi a soluzioni di 1/100.

Se le soluzioni di sali in cui si immergono i nemaspermi e le ciglia sono troppo concentrate o soverchiamente diluite, il movimento diventa meno spiccato e generale, cessa e infine

completamente. Tuttavia, come per le sostanze indifferenti si può ripristinarlo e mantenerlo vivacissimo ancora per molto tempo neutralizzando la influenza della soluzione nel 1.° caso coll'aggiungervi alcune goccie d'acqua, nel 2.° col mescolarla con pochissima quantità di una soluzione più concentrata. — Questo fatto mi venne comprovato da più di 60 esperienze, di cui molte tenute sulle soluzioni più concentrate di cloruro di sodio ed azotato di potassa.

Nel seguente specchio si potranno avere più minuti dettagli sull'azione dei varii sali a diversi gradi di concentrazione. Deggio prima di tutto avvertire che le soluzioni sature vennero ottenute riscaldando dell'acqua distillata a quasi 100° C., poi mettendovi del sale che voleva studiare quel tanto che ve ne potesse star sciolto; lasciando poi raffreddare la soluzione fino a che si fosse messa in equilibrio colla temperatura della camera in cui operava, depositavansi sul vaso numerosi cristalli, e rimaneva tra essi un liquido che decantava e costituiva così una soluzione perfettamente satura. Pel solfato di soda la temperatura venne elevata a soli 33° essendo questo il punto di sua maggiore solubilità.

	Soluz. satura		1/5		1/10		1/20		1/50		1/100		1/200	
	Nemas.	Ciglia	N.	C.	N.	C.	N.	C.	N.	C.	N.	C.	N.	C.
Cloruro di sodio . . .	Morte istant.	Morte istant.	—	—	Morte istant.	Morte istant.	Morte istant.	Morte dopo alcuni minuti	Morte dopo alcuni minuti	Non uccide	Morte dopo qualche minuto	Non uccide. Muovonsi per 18 ore	Vivono eniss.	Id.
Carbonato di soda . .	Morte	Morte	—	—	—	—	Morte	Muojono dopo 8 minuti	—	—	Muojono	Vivono bene	Vivono bene	Id.
Nitrato di potassa . .	Morte	Morte	—	—	—	—	Morte	Morti dopo 15 minuti	—	—	Alcuni ondulano	Movimento forte	Movimento forte	Id.
Cloruro di bario . . .	Morte	Morte	Morte	Morte dopo qualche minuto	Morte	Vivissimi	—	—	Vivi	Vivi	—	—	—	—
Solfato di soda	Morte	Morte	Morte	Morte dopo 5 minuti	Morte	Vivacissimi	—	—	Vivi	Vivi	—	—	—	—
Solfito di magnesia . .	Morte	Vivi	Vivacissimi	Vivacissimi	Vivi. Qualche uncino	Vivi	—	—	—	—	—	—	—	—
Solfato di chinina . .	Vivono. Uncini	Vivono beniss.	—	—	Vivono. Uncini in maggior quantit.	Vivi	—	—	—	—	—	—	—	—

Da questa tabella gli è facile scorgere come tra i nemaspermi e le ciglia vibratili esiste qualche differenza in riguardo al modo di comportarsi verso i liquidi concentrati. Le ciglia vibratili nella pluralità dei casi resistono a soluzioni più concentrate di quelle che bastano ad uccidere i nemaspermi; così mentre questi vengono uccisi dalle soluzioni di 1/100 di cloruro di sodio e di 1/10 di cloruro di bario, quelli resistono ad una di 1/50 del primo e di 1/5 del secondo. — La ragione fisiologica di questo fatto è abbastanza chiara. Nell' accoppiamento delle rane lo sperma onde avvicinarsi alle uova deve prima venire in contatto dell'acqua, di una soluzione molto diluita; egli era quindi necessario che egli sapesse mantenere anche posto in queste circostanze le sue proprietà essenziali; in altre parole i nemaspermi delle rane erano fatti per scuotersi nelle soluzioni diluite e non nelle concentrate. — Invece le ciglia giacciono nella bocca, a contatto di un denso muco che le ravvolge, e che viene ognora inspessito dall' ingestione di nuovi alimenti. Ora se le ciglia fossero state tanto sensibili alla concentrazione, come avrebbero esse risposto al loro scopo fisiologico? Come avrebbero esse trasportato i loro materiali allo stomaco? — Nè si creda che questa leggera differenza riguardo al modo di comportarsi verso le soluzioni concentrate basti a far dichiarare diversa la causa che produce il moto nelle due specie di ciglia. Nulla di più falso. — Se si ragionasse in cotal guisa, noi saremmo indotti ad ammettere essere diversa la causa che fa muovere i nemaspermi dei mammiferi da quella che fa guizzare i filamenti spermatici dei batraci; infatti *Kölliker* trovò che i primi resistono alla soluzione di 1/100 di cloruro di sodico, e 3-6/100 di solfato di soda, o fosfato di soda e potassa, mentre presso i secondi il 1.° deve essere alla concentrazione di 1/200, il 2.° a 1/100.

X.

Azione degli alcali.

L'influenza degli alcali sugli elementi vibratili è di due specie; quella che agisce arrestando il movimento, e quella che si dimostra ad esso favorevole rieccitandoli dopo che pel lungo durare dello sperma fuori dell' organismo egli è in tutto od in parte cessato.

È a notarsi però che quì l' azione degli alcali è assai diversa da quella delle sostanze indifferenti e dei sali alcalini i quali agiscono per la sola forza fisica della densità, mentre quì i movimenti una volta distrutti dall' azione degli alcali, non si ponno più ridestare.

Le soluzioni alcaline molto concentrate agiscono distruggendo letteralmente gli elementi vibratili cui vengono a contatto. Aggiungendo una goccia di soda, potassa od ammoniaca ad una preparazione di sperma di rana, scorgonsi i nemaspermi venuti a contatto di essa ravvolgere la coda intorno al proprio corpo, gonfiarsi a tale da sembrare una vescicola, diventare pallidissimi e poi scoppiare. Nel liquido non rimangono visibili che numerosissimi granuli. — Se invece dello sperma adoperiamo un pezzo di epitelio, vediamo le cellule staccarsi dalla mucosa, isolarsi nel liquido che le circonda da tutte le parti, e diventare grandi, sferiche e così trasparenti da mancare alla vista. Le loro ciglia che non avevano mai cessato di vibrare vengono pienamente decomposte e disciolte.

Adoperando mano mano soluzioni meno concentrate, questi fenomeni si succedono con minor forza e rapidità. Le soluzioni di 1/150 non uccidono i nemaspermi e le ciglia che dopo qualche tempo; quelle di 1/800 presentano presso a poco gli stessi effetti dell' acqua pura.

La virtù rieccitante degli alcali venne scoperta per la prima volta da *Virchow* per le ciglia vibratili e da *Kölliker* pei nemaspermi. I processi di indagine tenuti a questo ri-

guardo da questi due sommi sperimentatori sono così eguali che io mi accontento di trascriverli senza aggiungervi le esperienze eseguite da me.

Purkinje e *Valentin* nelle loro numerose ricerche sul movimento cigliare trovarono bensì in qual grado di concentrazione un gran numero di reagenti agisca distruggendo il moto delle ciglia, ma non poterono scoprire un agente chimico che valesse a ripristinare le vibrazioni allorchè avessero cessato di esistere. Solo osservarono come il movimento alquanto indebolito potesse riacquistare il vigore primitivo assoggettando il preparato a meccaniche scosse. — *Virchow* avendo per caso aggiunte alcune goccie di una soluzione allungata di potassa ad una preparazione di epitelio staccato dalla trachea umana, vide il movimento da debole e irregolare diventare forte e vorticoso, e tale mantenersi per lunga pezza. Avuto lo stesso risultato colla soda, non esitò a dichiarare essere le ciglia vibratili rieccitate al movimento dalla soda e dalla potassa, ed avvicinarsi per questa loro proprietà alla sostanza contrattile dei muscoli, alla sintonina di *Lehmann*. — Onde praticare queste esperienze egli usa lasciare nell'acqua il preparato microscopico in cui ha previamente riconosciuto essere in tutta la sua attività il movimento cigliare fino a che ogni vibrazione sia interamente cessata. Non di rado anzi così lo lascia fino a che dalle cellule epiteliche escano le solite goccie trasparenti che indicano la incipiente decomposizione del contenuto cellulare. Nel principio dell' azione della soluzione potassica cominciano qua e là alcune ciglia a muoversi a tratti, irregolarmente: a poco a poco i movimenti si fanno più estesi e concordi, acquistano forza e regolarità; finalmente si ottiene tutta intiera la rapida, ritmica attività dell' epitelio normale.

Due anni dopo *Virchow*, *Kölliker* nello studio dell' azione delle varie sostanze sui nemaspermi degli animali delle varie classi dei vertebrati trovò che anche per essi valeva

la scoperta fatta da *Virchow* sull' epitelio vibratile, scoprì che essi pure allorchè dopo molte ore di vibrazione e scosse si disponevano a quiete, venivano ancora rieccitati ai movimenti dall' aggiunta di una piccola quantità di una soluzione di soda o potassa. Egli a ciò lasciava che i filamenti spermatici si fermassero in soluzioni convenienti di zuccaro ed allora aggiungeva alle preparazioni delle soluzioni di $^1/_{1000}$—$^1/_{3000}$ di soda o di potassa. Oppure trattava con questi reagenti dello sperma vecchio nel quale nè l' acqua pura nè l' acqua zuccherata potevano ridestare alcun movimento ed otteneva il ripristinamento delle ondulazioni.

Unica differenza tra i risultati di *Kölliker* e quelli di *Virchow* sta in ciò, che il primo trovò che l' ammoniaca gode sui nemaspermi della stessa proprietà rieccitante degli altri caustici, mentre il secondo si esprime abbastanza chiaramente a questo riguardo sulle ciglia vibratili « Dagegen ist das Ammoniak ganz verschieden, indem es sogleich die chemische Zersetzung einleitet ». Ma a ciò non si deve dare troppa importanza, perocchè anche ammettendo l'opinione di *Virchow* (ed io una volta, in opposizione alle sue osservazioni, ebbi la rieccitazione del moto in un lembo di epitelio cui aveva aggiunto alcune goccie di una soluzione di $^1/_{1500}$ di ammoniaca) questo disaccordo tra nemaspermi e ciglia è cosa di poco momento, trovandosene dei riscontri in diversità simili che si osservano nel modo di comportarsi dei nemaspermi di un animale con quelli di un altro. — Noi abbiamo già citato a questo oggetto il fatto preziosissimo di *Moleschott* il quale scoprì che alcune soluzioni di solfato, carbonato e fosfato di soda e di cloruro di sodio servono a rieccitare i movimenti nei nemaspermi del bue, ma non esercitano alcuna analoga influenza sui filamenti seminali delle rane.

XI.

Sostanze nocive.

Molte sono le circostanze che esercitano una nociva influenza sui nemaspermi e sulle ciglia, e delle quali troppo lungo ed inutile sarebbe lo sperimentare e l' esporre l'azione nei diversi gradi di concentrazione. Alcune di esse agiscono per sola forza chimica raggrinzando o distruggendo il tessuto degli elementi vibratili; altre spiegano i loro effetti colla sola forza meccanica, come l' olio.

I nemaspermi e le ciglia vengono uccise rapidamente dall'alcool, dal cloroformio, dall'etere solforico, dal tannino, dal cianoferrito potassico, dal percloruro di ferro, dalla benzina. — Non vengono arrestati nelle loro ondulazioni da una soluzione concentrata di curaro (1). — Introducendo sotto il vetrino di una preparazione una goccia di creosoto, questa uccide i nemaspermi molto prima di toccarli e scioglie perfettamente quelli che le sono più vicini; agisce in identico modo sulle ciglia.

Tutte le tinture alcooliche agiscono sfavorevolmente per la gran quantità di alcool che contengono: ne siano di esempio la tintura di jodio, di cantaridi, di aconito, di belladonna, il laudano liquido di *Sydenham*.

Il prof. *Mantegazza* dimostrò che i nemaspermi della rana vivono benissimo in una soluzione di *guaranà* (paullinia sorbilis) e vengono uccisi dalla tintura di *coca*; io posso con mio sommo piacere confermare l' esattezza delle sue osservazioni ed estenderle senza restrizione alle ciglie vibratili.

---

(1) Questo fatto era stato già osservato dal prof. *Mantegazza* pei nemaspermi, e in questi ultimi tempi venne constatato dal prof. *Oehl* anche per le ciglia vibratili. (V. L'*Imparziale*, 1863, N.° 19).

XII.

Azione di alcune sostanze velenose.

Grande era il desiderio degli sperimentatori di conoscere l' azione dei narcotici sui nemaspermi. Se queste creaturine, essi dissero, sono veri animali, se posseggono un particolare sistema nervoso, se insomma rappresentano la miniatura di un essere più elevato nella scala zoologica, certamente i narcotici proveranno su di essi la loro spaventosa influenza, i loro terribili effetti. — La domanda era logica e tutti quelli che avevano fondato dottrine sulla vita propria dei nemaspermi ne attendevano impazientemente la soluzione dagli esperimenti. E questi diedero il loro responso, e le ragioni accampate a sostegno dell'animalità dei nemaspermi subirono una nuova sconfitta. Non ci fu più luogo a dubbio; le esperienze di *Ankermann* lo condussero a questo semplicissimo risultato « Narcotica vim propriam in motum non habent, sed ei finem imponunt, si ratione chemica structuram histologicam filorum spermaticorum destruant. » Tutte le indagini anteriori e posteriori concordano interamente con queste.

Io volli determinare più precisamente l' influenza di alcune sostanze velenose sui nemaspermi e sulle ciglia, e a quest' uopo scelsi l' acido idrocianico e gli acetati di morfina e di stricnina.

L' acido idrocianico, quel terribile veleno che annienta in un istante impercettibile l' attività di milioni di cellule nervose, che spegne in un soffio la vita più rigogliosa, si mostra in riguardo agli elementi vibratili più debole ed innocente di una soluzione di zuccaro! Immergendo nella soluzione di 1/10 di acido idrocianico officinale una goccia di un testicolo stemperato o la punta di una lingua, il movimento vi dura ancora assai forte per 4 o 5 minuti!

La soluzione di acetato di stricnina agisce, come i sali alcalini e terrei, per la sola concentrazione della sua solu-

zione. Nella soluzione satura tanto le ciglia che i nemaspermi s'arrestano istantaneamente ; possiamo però farli pienamente rivivere aggiungendo alla preparazione un pò d'acqua. — Le soluzioni di 1/5 sono invece ad essi favorevolissime, ed io li vidi ondulare e scuotersi energicamente dopo più di un quarto d'ora di immersione.

Quanto all'acetato di stricnina, la sua azione è più complessa. Benchè essa pure varii a norma della concentrazione, pure i suoi effetti sono tutt'affatto opposti, sicchè credo opportuno esporli un pò più per minuto.

Noi abbiamo veduto che immergendoli nell'acqua i nemaspermi s'arrestano al più presto dopo 3 o 4 ore e le ciglia vibratili dopo 40 od anche 30 minuti. Ora aggiungendo all'acqua una soluzione anche concentrata di stricnina, si scorge che questa anzichè combattere la forza dilutrice dell'acqua come fanno tutte le soluzioni degli altri sali, la ajuta e la rende così molto più rapida. Dopo pochissimo tempo infatti le ciglia divengono immobili, pallide e distese, i nemaspermi si fermano e si curvano ad uncino. — È tanto vero che l'azione dell'acetato di stricnina non è, quasi diremmo, che una esagerazione di quella dell'acqua, che se si aggiunge nuova acqua alla preparazione, la quiete continua, mentre il moto può essere in un subito ridestato coll'aggiunta di una piccolissima quantità di una soluzione di glicerina o di una qualunque altra sostanza indifferente.

Le seguenti esperienze proveranno più chiaramente il modo di comportarsi dell'acetato di stricnina.

Ciglia vibratili. — Immergo le punte di una lingua di rana in una soluzione di 1/5 di acetato di stricnina. Dopo 4 o 5 minuti le ciglia sono quasi tutte morte. Aggiungo al preparato una soluzione di 1/20 di glicerina; rivivono energicamente. — Ripeto l'esperienza lasciando la lingua nella soluzione di stricnina per 9 minuti : ciglia morte. Si lasciano per 2 minuti nella soluzione di glicerina e rivivono energicamente. Li torno ad immergere per 5 minuti nella soluzione di stricnina ; muojono. Li lascio per 4 mi-

nuti nell'acqua pura; ancora immobili. Li pongo nella soluzione di glicerina; rivivono Lo staccarsi generale delle cellule epiteliche dalla sottoposta mucosa mi impedisce sempre di proseguire questa dimostrantissima esperienza. — Ripetuta varie volte, mi dà sempre identici risultati. — Immergo nella soluzione di stricnina le due punte di una lingua di rana; dopo 10 o 12 minuti tutte le ciglia sono in perfetta quiete; allora immergo una delle punte nell' acqua, l'altra in una soluzione di glicerina; la prima ha le ciglia ancora immobili, la seconda ce le presenta dotate di vibrazioni vigorose. — In una soluzione di 1/20 di glicerina con 1/5 di acetato di stricnina si immerge una lingua; due ore e mezza dopo le ciglia erano in massima parte vivacissime.

Nemaspermi. — Si stempera un mezzo testicolo nella soluzione di 1/5 di acetato di stricnina; dopo 5 minuti tutti i nemaspermi sono immobili e ad uncino; se ne fa una preparazione microscopica cui si aggiungono alcune goccie della soluzione di 1/50 di glicerina; dopo 3 o 4 minuti moltissimi filamenti rivivono. Aggiungendo invece dell' acqua persistono nella immobilità. — Si stempera un testicolo, e tre minuti dopo i nemaspermi sono morti e ad uncino. Si trattano coll'acqua, nessun risultato. Vi si versa una soluzione di glicerina; dopo due minuti cominciano a muoversi, dopo cinque lo scuotersi è quasi generale. — Stempero un testicolo nella soluzione di stricnina; dopo 4 minuti i nemaspermi sono morti tutti. Allora del liquido risultante faccio due parti, e nell' una verso dell'acqua, nell'altra una soluzione di 1/50 di glicerina; all' esame microscopico quella mi presenta dei nemaspermi immobili, questa dei filamenti vivacissimi. — In una soluzione di 1/50 di glicerina con 1/5 di acetato di stricnina si stempera un testicolo; i nemaspermi due ore e mezza dopo erano in gran parte ancora vivacissimi.

È a notarsi che quanto più a lungo lasciansi gli elementi vibratili nella soluzione di stricnina, tanto più è lungo poi il tempo che si deve impiegare nel farli rivivere colla glicerina. Se si lasciarono nella stricnina per una ventina di minuti, il ripristinamento del moto, il più dei casi riesce impossibile.

Adoperando una soluzione satura di stricnina, l'azione

di essa è tanto rapida e forte che dopo anche aggiungendo la soluzione di glicerina riesce difficilissimo il ritornare al moto i nemaspermi. Ciò invece mi riesciva benissimo coll' epitelio vibratile, perchè in questo caso poteva prendere la lingua colla pinzetta e scuoterla fortemente nei liquidi di cui voleva provare l' azione; gli è con questo mezzo che praticai la seguente esperienza: Immergo una punta di una lingua in una soluzione satura di stricnina con molti cristalli; le ciglia s' arrestano istantaneamente. La trasporto in una soluzione di glicerina; rivivono gagliardamente. La immergo di nuovo nella stricnina, si arrestano; la tuffo nell'acqua e continuano nell'immobilità; finalmente la lascio per un pò nella soluzione di glicerina e veggo le ciglia riprendere vigorosamente le loro vibrazioni.

Usando di una soluzione di 1/10 di stricnina, il fatto si verifica ancora, solo che qui essendo la stricnina in minor quantità, la sua influenza è diminuita di assai, e il moto degli elementi vibratili va gradatamente passando sotto le leggi che governano l'azione dell'acqua adoperata da sola: infatti tanto i nemaspermi che le ciglia in questa soluzione ponno perdurare nel loro movimento per più di un quarto d' ora.

Riassumendo ora quanto abbiamo detto intorno all'azione di queste sostanze, possiamo conchiudere: Le sostanze più nocive al sistema nervoso negli animali agiscono sugli elementi vibratili solo pel grado di concentrazione o per la forza chimica; l' acetato di stricnina però gode di una influenza speciale, la quale può essere comparata a quella dell'acqua spinta ad un grado molto più elevato.

XIII.

Del trapiantamento della lingua e dei testicoli da una rana all'altra.

« Gli organi che formano il microcosmo di un mecca-

nismo animale non sono che parti legate strettamente per rapporti anatomici e fisiologici all'individuo a cui appartengono, ma per la loro struttura e per lo scopo a cui sono destinati, hanno una individualità che dà loro una specie di vita automatica ». Con queste parole cominciava il Professore *Mantegazza* la parte più importante della sua Memoria sui nemaspermi, in cui dimostrava con numerose e ripetute esperienze come un organo molto complesso nella struttura anatomica, e di un ordine molto elevato per la funzione che compie, potesse, trapiantato da un animale all' altro, continuare a vivere di vita propria e vigorosa nel nuovo terreno. — Infatti dalle sue indagini risultava come un testicolo tolto dall' animale che lo aveva in origine ed innestato sotto la cute o nel cavo peritoneale di un altro animale della stessa specie, non che imputridire, si circondava di una capsula e manteneva nel proprio seno dei nemaspermi capaci di dimostrare col lungo guizzare di aver conservata la primitiva vitalità. Con questo metodo potè conservar vivi i nemaspermi per più di 70 giorni.

Questi brillanti risultati ottenuti dal prof. *Mantegazza* dovevano eccitare vivamente la mia curiosità e spingermi ad indagare se anche le ciglia vibratili tolte all'animale da cui erano state prodotte e collocate in un insolito terreno rispondessero come il testicolo ai mutati stimoli fisiologici col continuare le loro fisiologiche vibrazioni.

L'esito corrispose pienamente alle mie speranze, e le seguenti esperienze, benchè non eseguite nella stagione più opportuna, chiaramente lo dimostrano.

Esperienza 1.ª — Il 24 giugno taglio rapidamente la lingua ad una rana, e per una ferita fatta negli integumenti la faccio scivolare sotto la cute dell'addome di un' altra rana; la ferita chiusa con un punto di cucitura dopo pochi giorni cicatrizza. — La rana si uccide col curaro il 2 luglio: Lingua non aderente ai muscoli e circondata da uno strato gelatinoso. Le ciglia vibratili

dell'epitelio ondulano come se fossero appena tolte dal corpo dell'animale.

Vitalità delle ciglia; nove giorni.

Esperienza. 2.ª — Una rana operata nello stesso giorno ed allo stesso modo della precedente si uccide il 3 luglio. — Lingua poco aderente alle parti vicine; ciglia con moto vibratorio molto vivo.

Vitalità delle ciglia: 10 giorni.

Esperienza 3.ª — Una rana operata il 26 giugno nello stesso modo delle precedenti vive fino al 5 luglio. — La lingua è poco aderente alla cute e circondata da una capsula di tessuto gelatinoso; ciglia in vibrazione.

Vitalità delle ciglia; 10 giorni.

Esperienza 4.ª — 30 luglio. Ad una rana si taglia la lingua e gliela si innesta sotto la cute dell'addome insieme ad un testicolo. Muore il 2 agosto. — Innesti non aderenti ma ravvolti da connettivo gelatinoso; lingua con fibre muscolari in incipiente degenerazione grassa e con ciglia vibratili vivacissime. Nemaspermi del testicolo vivi.

Vitalità dei nemaspermi e delle ciglia: 72 ore.

Esperienza 5.ª — Nello stesso giorno e nel medesimo modo si opera un'altra rana; muore il 3 agosto. — Organi innestati circondati dal solito connettivo; lingua coi muscoli in degenerazione grassa, ma coll'epitelio vivacissimo. — Testicolo molto flacido; nemaspermi disorganizzati ed immobili.

Vitalità delle ciglia: 96 ore.

Esperienza 6.ª — Nello stesso modo e nello stesso giorno si opera un'altra rana; muore il 5 agosto. Organo innestato circondato dal solito connettivo; lingua coi muscoli in degenerazione grassa e coll'epitelio vivacissimo. Testicolo duro e di color naturale, nemaspermi vivi.

Vitalità dei nemaspermi e delle ciglia: 6 giorni.

Esperienza 7.ª — 30 agosto. Innesto di una lingua ed un testicolo in una rana sotto la cute dell'addome col solito processo operativo. Si uccide il 28 settembre coll'acetato di stricnina. — Lingua e testicolo vicini l'uno all'altro, ravvolti da una capsula di conettivo ricco di cellule e di vasi sanguigni che li unisce alla cute ed ai muscoli vicini. Lingua in completa degenerazione grassa; moto cigliare vivacissimo. — Testicolo flacido con pochi nemaspermi normali; gli altri quasi tutti disorganizzati.

Vitalità delle ciglia; 29 giorni.

Esperienza 8.ª — Nello stesso giorno e modo della precedente si innestano una lingua ed un testicolo sotto la cute dell'addome di un'altra rana. Si uccide colla stricnina il 10 settembre. — Oggetti innestati ravvolti da connettivo, poco aderenti; lingua in incipiente degenerazione grassa con ciglia vivaci; nemaspermi del testicolo vivi.

Vitalità: 11 giorni.

Esperienza. 9.ª — 30 agosto. Innesto col solito processo un testicolo ed una lingua nel cavo peritoneale di una rana. La ferita dopo pochi giorni cicatrizza. L'animale si uccide il 7 novembre colla stricnina. — Lingua e testicolo aderenti. La lingua è ricoperta da epitelio simile a quello del peritoneo e perciò riesce invisibile l'epitelio vibratile; i suoi muscoli sono in piena degenerazione grassa. — Testicolo piccolo con nemaspermi disorganizzati.

Esperienza 10.ª — 30 agosto. Si innestano nel cavo peritoneale di una rana una lingua e due testicoli. L'animale muore il 4 settembre. È gonfio, il suo cuore cessò di battere, la sua lingua stessa presenta gran quantità di ciglia vibratili immobili; segni tutti che la sua morte avvenne da molte ore. — Tuttavia la lingua innestata, benchè poco aderente, ha ciglia vivacissime. I testicoli non sono aderenti, ma hanno i nemaspermi quasi tutti vivi.

Vitalità delle ciglia e dei nemaspermi: 120 ore.

Queste poche ma chiare esperienze mostrano ad evi-

denza che non solo i testicoli ma anche la lingua trapiantata da un animale all'altro può vivere di vita propria da prima per endosmosi, appresso per la formazione di nuovi vasi; e benchè le sue condizioni esterne sieno mutate d'assai, cioè invece di essere collocata tra le pagine della mucosa boccale si trovi a contatto di tessuto conettivo e di muscoli, pure conserva ancora intero l'epitelio ed intatte le ciglia le quali continuano le loro vibrazioni per un gran numero di giorni.

XIV.

Giunto alla fine del mio lavoro trovo utile riassumere in poche parole i principali risultati delle mie ricerche: — Essi concordano tutti nel dimostrarci come il modo di comportarsi delle due specie di elementi vibratili verso gli agenti esterni sia perfettamente identico. Infatti tanto i nemaspermi quanto le ciglia vibratili:

1.° Hanno per elemento motorio parti che mostrano tra loro moltissima analogia: il filamento ed il ciglio.

2.° S'arrestano dopo qualche tempo di immersione nell'acqua distillata; ponno però venir richiamati al movimento dall'aggiunta di una soluzione più concentrata.

3.° Vengono uccisi dagli acidi e da alcuni sali metallici anche a grandissima diluzione, senza che poi si possa con un mezzo qualunque fino ad ora conosciuto ripristinarne le vibrazioni.

4.° Vengono arrestati nel loro guizzare da soluzioni o troppo concentrate o troppo diluite di sostanze indifferenti e di sali alcalini e terrei; si può però ricondurli alla vita trattandoli nel 1.° caso coll'acqua, nel 2.° con soluzioni più concentrate.

5.° Sono istantaneamente uccisi e decomposti dalle soluzioni concentrate degli alcali caustici; questi però servono a rieccitarli alle ondulazioni allorchè essi sono ridotti alla

quiete dal soggiorno troppo prolungato fuori dell' organismo.

6.° Sono uccisi dall' alcool, dal cloroformio, dall 'etere solforico, dal tannino, dal cianoferrito potassico, dal percloruro di ferro, dalla benzina, dal creosoto, dalle tinture alcooliche di coca, di iodio, di cantaridi, di aconito, di belladonna, dal laudano liquido di *Sydenham*; vivono invece nelle soluzioni concentrate di curaro e di guaranà.

7.° Non risentono dei narcotici altre influenze che quelle prodotte dalle forze fisico-chimiche delle loro soluzioni. L'acetato di stricnina esercita su di esse una azione nociva analoga a quella dell'acqua, ma elevata ad un grado massimo.

8.° Possono essere trapiantate senza perdere la vita da un animale all'altro cogli organi di cui fanno parte e continuare nell' insolita dimora per lunghissimo tempo le loro ondulazioni.

Tanta identità di effetti dimostra nei nemaspermi e nelle ciglia la causa del movimento essere probabilmente la medesima. Ma quale sarà questa causa? Come si manifesta all' esterno? Forse per molto tempo ancora dovrà il fisiologo perdersi nel labirinto delle ipotesi onde illuminare le tenebre di questi misteri. Ad ogni modo se la natura ci permetterà di sollevare un giorno un lembo del velo che copre la verità, ciò non potrà esser frutto che di studii profondi e di nuove scoperte.

—o○o—

Remak Du courant constant dans les névroses.

Ludwig Sur la pression du sang (discours)

Laborde Eloge de Marié.

J. Dumas Sur l'homéopathie.

Schnepp galazyme

Bert asphyxie

id. greffe animale

Van Biervliet pathogénie du strabisme

Czermack excitation mécanique du vague chez l'homme

Guibrac méningite rhumatismale

Civiale lithotritie (clinique)

Liégard deux problèmes de physiologie

~~Barrier~~ Barrier (révision des lois médicales

14 Scoutetten Electrolyse

Raciborski aménorrhée
par causes psychiques.

Bizzozero études sur les cellules
vibratiles.